



## Caracterización de micorrizas arbusculares en tres formaciones vegetales secas de Punta Guanós, Matanzas, Cuba

Characterization of arbuscular mycorrhizae in three dry plant formations of Punta Guanós, Matanzas, Cuba

<sup>1</sup>Yamir Torres-Arias<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Juan F. Ley-Rivas<sup>1\*</sup>, <sup>1</sup>Yosvany Gutiérrez-Coronill<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Jorge A. Sánchez<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>Carlos Massia Méndez<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Grisel de la Caridad Cabrera Dávila<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Sonia Rosete Blandariz<sup>2</sup>

### RESUMEN

<sup>1</sup> Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles. Ecuador.

\*Correspondencia:  
[jley1005@gmail.com](mailto:jley1005@gmail.com), [jley@ecologia.cu](mailto:jley@ecologia.cu)

Recibido: 06 de agosto de 2023

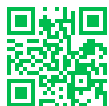
Aceptado: 24 de octubre de 2023

**CONFLICTO DE INTERESES:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

**CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:** YTA, JFLR, JAS y GCCD: conceptualización, validación, análisis formal, investigación, recursos y redacción del borrador original. YGC, CMM y SRB: investigación, curación de datos y visualización. Todos los autores participaron en la revisión y edición final del documento.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v223e07>

El estudio de la diversidad micorrízica es importante para el mantenimiento y recuperación de áreas afectadas y de especies vegetales principalmente endémicas. Se estudiaron tres ecosistemas de Punta Guanós (Matanzas, Cuba): complejo de vegetación de costa rocosa, matorral xeromorfo costero y subcostero y bosque siempreverde micrófilo. Se obtuvo un total de 44 especies y morfoespecies de hongos micorrizógenos arbusculares distribuidos en las tres formaciones vegetales estudiadas, predominando el género *Glomus*, observado en múltiples estudios de variados ecosistemas en Cuba. La mayor riqueza de especies de HMA se obtuvo en el bosque siempreverde micrófilo con 28 y la mayor densidad de esporas (o cantidad total por 100 g) por formación vegetal se encontró en matorral xeromorfo con 4389.67, seguido del bosque siempreverde 3036.66 y del complejo de vegetación de costa rocosa con 2996.67. El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue muy similar entre formaciones vegetales, lo cual no mostró diferencias significativas. En la formación vegetal bosque siempreverde micrófilo se aisló e identificó por primera vez en nuestro país la especie *Glomus nanolumen* que constituye nuevo reporte para Cuba.

**Palabras clave:** diversidad micorrízica, densidad de esporas, ecosistemas, *Glomus*, rehabilitación

### ABSTRACT

The study of mycorrhizal diversity is important for the maintenance and recovery of affected areas and of mainly endemic plant species. Three ecosystems of Punta Guanós (Matanzas, Cuba) were studied: rocky vegetation complex, coastal and subcoastal xeromorphic scrubland, and microphyllous evergreen forest. A total of 44 species and morphospecies of arbuscular mycorrhizal fungi were obtained, distributed in the three plant formations studied, with the genus *Glomus* predominating, observed in multiple studies of various ecosystems in Cuba. The highest species richness of AMF was obtained in the microphyllous evergreen forest with 28 and the highest spore density (or total amount per 100 g) per plant formation was found in xeromorphic scrubland with 4389.67, followed by the evergreen forest with 3036.66 and the rocky vegetation complex with 2996.67. In the plant formation of microphyllous evergreen forest, the species *Glomus nanolumen* was isolated and identified for the first time in our country, which is a new report for Cuba.

**Keywords:** ecosystems, *Glomus*, mycorrhizal diversity, rehabilitation, spore density

## INTRODUCCIÓN

La vida de la población vegetal en la actualidad está condicionada por situaciones estresantes que se manifiestan muchas veces por el cambio climático. No obstante, la naturaleza tiene mecanismos para mitigar las consecuencias de estos ambientes, dentro de los que podemos citar las relaciones simbióticas con otros organismos vivos como los microorganismos. Entre ellos, se destacan las asociaciones creadas entre las plantas y los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) con más del 80% de las plantas vasculares (Smith y Read, 2008; Brundett, 2009), estos ayudan a la planta a una mejor absorción de nutrientes y agua para su crecimiento lo que toma relevancia en los ecosistemas naturales. Entre estos ecosistemas altamente estresados se destaca en Cuba, el sitio conocido como Punta Guanos, donde vive la palma *Coccothrinax borhidiana*, un endemismo local que se encuentra en Peligro Crítico por la acción fundamentalmente de la extracción petrolera y también por otras amenazas antrópicas (Sánchez *et al.*, 2023).

Aún bajo estas condiciones críticas del ambiente de Punta Guanos persisten fragmentos relativamente grandes de tres formaciones vegetales típicas de costas del occidente cubano, que son: complejo de vegetación de costa rocosa, el matorral xeromorfo costero y subcostero, y por último el bosque siempreverde micrófilo (Molerio-León *et al.*, 2014). En estudios recientes sobre inventarios florísticos reportaron que la cantidad de especies aumentó de 46 reportadas a 177, de las cuales 146 son nativas, 14 endémicas y 31 exóticas. El mayor número de especies nativas (61) se encuentra en el bosque siempreverde micrófilo que es el hábitat mejor conservado del área, y en el matorral xeromorfo costero y subcostero se observa la mayor cantidad de endémicos (11) y ocho especies exóticas (Sánchez *et al.*, 2024a). Estos sistemas de vegetación se encuentran bajo un gran número de amenazas (Sánchez *et al.* 2024b); pero la principal por su magnitud e impacto es la explotación gasopetrolera realizada por la Empresa Cuba-Petróleo (CUPET, Ministerio de Energía y Minas). Esta Empresa ha demandado por sí sola la deforestación y fragmentación del hábitat, la construcción de carreteras, casas y otras infraestructuras propias de esta industria.

De acuerdo a lo anteriormente comentado, el objetivo de la presente investigación fue caracterizar los hongos micorrizógenos arbusculares en las tres formaciones vegetales que aún persisten en el área conocida como Punta Guanos. Por consiguiente, los resultados obtenidos revisten gran importancia para comenzar la implementación de las micorrizas como un biofertilizante de cepas de hongos micorrizógenos nativos en plantas de estas áreas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

El trabajo se realizó sobre muestras de suelos tomadas en las áreas del ecosistema costero Punta Guanos que se encuentra ubicado en el municipio de Matanzas (23°14'98" lat. N, -81°64'66" long. W), a unos 90 km al Este de La Habana. La zona constituye una llanura cársica costera, aterrizada y suavemente inclinada hacia el norte, con buen drenaje y presencia de carso semidesnudo que cubre entre el 40-50% de la superficie y abarca unos 3.45 Km<sup>2</sup> (ca. 345 ha) (Enríquez *et al.*, 2006; Domínguez de la Cruz, 2009). Punta Guanos es parte del distrito fitogeográfico Costa Norte de Habana-Matanzas (Havanense) (Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe, 2023). Conforme a datos climáticos históricos la zona es tropical estacional (Borhidi, 1996), con una estación seca en invierno (noviembre-abril) y otra lluviosa en verano (mayo-octubre), y precipitaciones medias entre 800-1600 mm (Enríquez *et al.*, 2006; Domínguez de la Cruz, 2009). La humedad relativa promedio alcanza el 77.5% en la estación seca y un promedio de temperatura de 24.1°C, mientras que en la estación lluviosa la humedad relativa alcanza el 87.1% y un promedio de temperaturas de 26.5°C (García-Beltrán *et al.*, 2022). Las características básicas del suelo obtenidas por la Universidad de Matanzas reflejan un pH KCl de 7.12 ligeramente alcalino, la materia orgánica está presente en un 2.6%, el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el K<sub>2</sub>O se encuentran en 1.534 y 33.840 mg/100g de suelo.

### Muestreo

Se tomaron muestras en tres formaciones vegetales de Punta Guanos: complejo de vegetación de costa rocosa (23°09'03" lat N, -81°38'07" long W), bosque siempreverde micrófilo (23°08'59" lat N, -81°38'14" long W) y matorral xeromorfo costero y subcostero (23°09'07" lat N, -81°39'00" long W). En cada formación se muestrearon tres parcelas de

50 x 20 m, con un distanciamiento entre ellas de aproximadamente 20 m. Por parcela se extrajeron cinco submuestras de suelo, consistentes en monolitos de 10 x 10 x 15 cm. Estas submuestras luego se unieron para formar una muestra compuesta, por lo que cada sistema estuvo representado por tres muestras de suelo compuestas.

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio del Grupo de Micorrizas del Instituto de Ecología y Sistemática. El suelo se secó a temperatura ambiente, para impedir la germinación de las esporas de los HMA, y seguidamente el material fue tamizado a través de un tamiz con poro de 2 mm. Se continuó con el pesaje de 100 g de suelo para ser procesados de acuerdo con la metodología del tamizado de una suspensión de suelo en agua, de [Gerdemann y Nicolson \(1963\)](#) y modificada por [Herrera \*et al.\* \(2004\)](#).

Para proceder a la clasificación de las especies y/o género de los HMA se montaron las esporas en PVLG (polivinil-alcohol-ácido láctico-glicerina) y Melzer (PVLG-Melzer 1:1, v/v) con el objetivo de observar las propiedades morfológicas de las esporas como color, tamaño, ornamentaciones de la superficie y la estructura de sus paredes siguiendo los criterios taxonómicos de [Schenck y Pérez \(1990\)](#), la página web de la Colección Internacional de Hongos Micorrizógenos Vesículo-Arbusculares en la Universidad de West Virginia (<http://www.invam.caf.wvu.edu>) y la página web del Departamento de Patología de Plantas de la Universidad Agrícola de Polonia (<http://www.agro.ar.szczecin.pl/jblaszkowski>). En el presente estudio se adoptó la clasificación propuesta por [Oehl \*et al.\* \(2011\)](#), incluyendo los táxones descritos por [Goto \*et al.\* \(2012\)](#) y [Błaszczowski y Chwat \(2013\)](#). Las esporas se fotografiaron bajo el microscopio compuesto Carl Zeiss modelo Axioskop 2 con cámara acoplada AxioCam y procesadas mediante el programa AxioVision 3.1 a 1300 x 1030 dpi plus.

#### Análisis estadísticos

Los rasgos micorrizicos evaluados no cumplieron las premisas paramétricas; por tanto, se emplearon análisis de varianza no paramétricos. La similitud entre las comunidades de HMA se determinó mediante un análisis de varianza univariado con base a permutaciones (ANOSIM) ([Clarke, 1993](#)). La variable analizada con esta prueba fue la densidad de esporas, evaluada como la cantidad de esporas promedio por especies en 100 gramos de

suelo. El ANOSIM se realizó por una matriz de distancia euclidiana, después de 9 999 iteraciones. Se construyeron las curvas de rango/abundancia a partir del  $\text{Log}_{10}$  de la densidad relativa de las especies / morfoespecies) de micorrizas, para analizar la dominancia y diversidad por formación vegetal. Además, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), que se comparó entre formaciones vegetales por medio de una prueba de Kruskal- Wallis. Todos los análisis fueron realizados empleando el programa PAST v. 3.15.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron 44 especies y morfoespecies de hongos micorrizógenos arbusculares distribuidos en las tres formaciones vegetales estudiadas, de las cuales solo siete se pudieron nombrar a nivel específico y 37 se dejaron bajo la connotación de morfoespecies. Solo para 28 morfoespecies fue posible su identificación a nivel de género ([Tabla 1](#)). Por otra parte, se observó un claro predominio de los géneros *Glomus* y *Funneliformis* con 24 y cuatro especies y morfoespecies, respectivamente ([Fig. 1](#)). Es de destacar que estos dos géneros pertenecen a la Familia Glomeraceae.

El predominio del género *Glomus* es muy observado en múltiples estudios de variados ecosistemas en Cuba, como bosque de ciénaga donde predominó con 10 géneros y 12 especies de un total de 28 identificadas ([Torres-Arias \*et al.\*, 2019](#)). En diferentes agroecosistemas con cultivos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), plátano, (*Musa paradisiaca* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), maíz (*Zea mays* L.) y malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) se identificaron 15 especies del género *Glomus* de un total de 32 aisladas ([Furrázola \*et al.\*, 2019](#)); en ecosistemas naturales y agroecosistemas en dos localidades de la Reserva de la Ciénaga de Zapata, Pálpite y Playa Máquina se obtuvo un resultado de 16 especies del género *Glomus* de un total de 22 identificadas ([Furrázola \*et al.\*, 2018](#)) y en tres áreas de la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar ubicada en la provincia de Pinar del Río, área de sabana seminatural, se aislaron 11 especies y morfoespecies de *Glomus* de un total de 20, área de sabana recuperada se obtuvo 10 especies y morfoespecies de *Glomus* de un total de 19 y área agrícola de bajo insumos, 12 especies y morfoespecies de *Glomus* de 22 en

total. Este comportamiento se puede fundamentar con lo planteado por Mukerji *et al.* (2002) que las especies de *Glomus* spp. predominan en suelos de pH neutros a ligeramente alcalinos lo que coincide con las características del suelo de este estudio, con pH ligeramente alcalino.

La mayor riqueza de especies de HMA se obtuvo en el bosque siempreverde micrófilo (BSM) con 28, seguido del complejo de vegetación de costa rocosa y matorral xeromorfo costero y subcostero con 16 cada uno. Este resultado puede explicarse a través de los diferentes factores ecológicos que influyen directamente en la riqueza de especies, entre ellos se destacan la cubierta vegetal, las plantas presentes en el suelo, donde en el BSM es mayor que en las otras áreas estudiadas. También pueden influir la intensidad de los disturbios y la variación de la estacionalidad que suelen tener mayor efecto en áreas con menos plantas o cubierta vegetal, como parece que sucede para los otros ecosistemas de complejo de vegetación y matorral xeromorfo (Smith y Read, 2008).

Por su parte, la mayor densidad de esporas (o cantidad total por 100 g) por formación vegetal se encontró en matorral xeromorfo con 4389.67, seguido del bosque siempreverde 3036.66 y del complejo de vegetación de costa rocosa con 2996.67. Sin embargo, a pesar del resultado anterior, cuando se compararon los valores promedios de esta variable no existieron diferencias significativas entre los distintos ecosistemas estudiados para el análisis de similitud efectuado (ANOSIM,  $R = -0.00914$ ,  $P = 0.08$ ). Aunque siempre el valor promedio superior se presentó para el matorral (99.76). Al parecer, la falta de diferencias significativas se debió a la alta variabilidad encontrada para cada ecosistema, tal como se refleja en los valores por especies y promedio (Tabla 1).

Comparados con otros ecosistemas se puede decir que su comportamiento es parecido al bosque de ciénaga que presentó 3889 esporas (Torres-Arias *et al.*, 2019). Sin embargo, se observa diferencias con los agroecosistemas estudiados por Furrázola *et al.* (2018) que presentaron valores menores, lo que puede estar dado por el tipo de raíces, período de tiempo del cultivo, manejo y tipo de suelo que deben incidir sobre el establecimiento de la simbiosis micorrícica.

Para los tres ecosistemas estudiados se comparten o están presentes cinco especies/morfoespecies, de las

cuales cuatro pertenecen a la familia Glomeraceae y una no está clasificada. Para ellas, a su vez, el número de esporas tiene valores diferentes. Estas características pueden deberse principalmente a dos factores en las regiones estudiadas como son las especies vegetales presentes a las que son afines y a la cobertura vegetal existente. Estos resultados coinciden con diversos estudios realizados, reflejados en un análisis sobre la importancia de las micorrizas para un uso sostenible del suelo en la Amazonía colombiana (Garzón, 2016).

Las curvas de rango de abundancia mostraron, que de las especies/morfoespecies compartidas entre los tres ecosistemas, Sp.1 fue la más abundante en el complejo de vegetación y en el matorral xeromorfo. Asimismo, se observaron ocho especies exclusivas del complejo de vegetación y siete del matorral xeromorfo. En el caso del bosque siempreverde micrófilo se encontraron 18 especies exclusivas, entre ellas *Glomus nanolumen*, que resultó ser la especie dominante para este ecosistema (Tabla 1, Fig.1). Además, según las curvas de rango de abundancia se puede inferir una mayor diversidad para el bosque, al evidenciarse una mayor riqueza y equitatividad de la comunidad; esto último se refleja en una caída menos brusca de la curva, por presentar la mayoría de las especies de la comunidad una similar abundancia (Fig.1). Este resultado a su vez se corrobora con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, ligeramente superior en el bosque. Este índice alcanzó valores muy cercanos para las tres formaciones vegetales (2.095 en el complejo de vegetación, 2.090 en el matorral xeromorfo y 2.121 en el bosque siempreverde); y por consecuencia, no mostró diferencias significativas ( $H = 1.69$ ;  $P = 0.48$ ). Los índices de diversidad obtenidos son bajos coincidiendo con los reflejados por Furrázola *et al.* (2018) en suelos agrícolas con diferentes cultivos; y también en bosques secos tropicales donde se observa el dominio de la familia Glomeraceae con poca variedad de especies (Carillo-Saucedo *et al.*, 2018; Marinho *et al.*, 2019; Wubet *et al.*, 2009; Haug *et al.*, 2021).

En la formación bosque siempreverde micrófilo se aisló e identificó por primera vez en nuestro país la especie *Glomus nanolumen* (Fig. 3), resultado que constituye un nuevo reporte para Cuba. A continuación, se describe características de esta especie.

Torres-Arias *et al.*: Micorrizas arbusculares en Punta Guanós, Cuba

**Tabla 1.** Especies y morfoespecies de hongos micorrizogenos arbusculares (HMA) encontradas en tres formaciones vegetales de Punta Guanós, Matanzas, Cuba. CVCR: Complejo de vegetación de costa rocosa; MXCS: Matorral xeromorfo costero y subcostero; BSM: Bosque siempreverde micrófilo

**Table 1.** Species and morphospecies of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) found in three plant formations at Punta Guanós, Matanzas, Cuba. CVCR: Rocky Coast Vegetation Complex; MXCS: Coastal and Subcoastal Xeromorphic Shrubland; BSM: Microphyllous Evergreen Forest

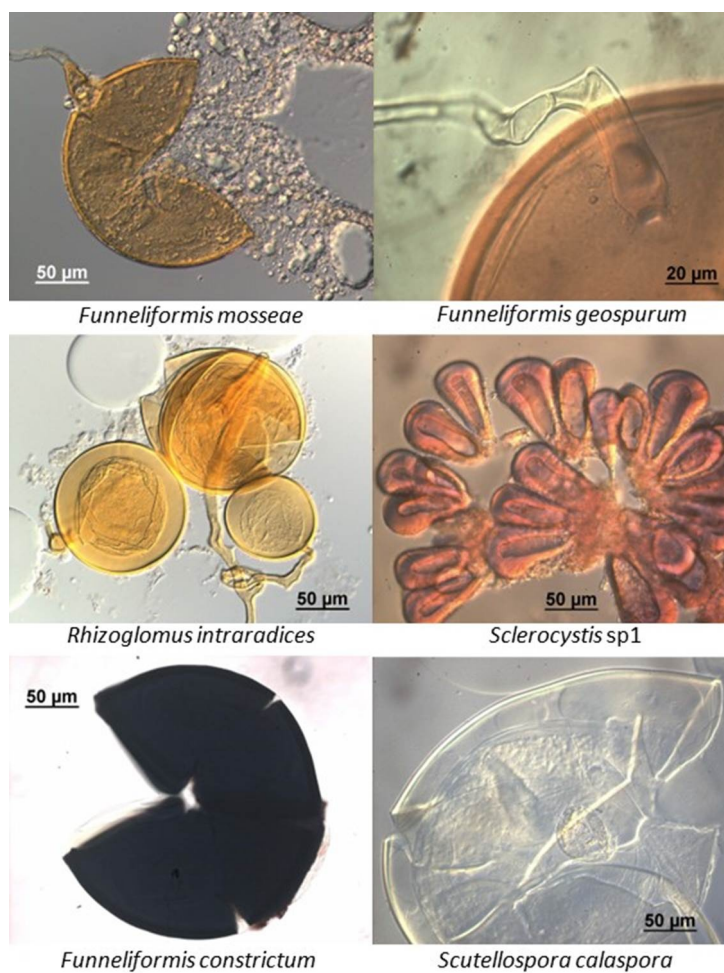
Familia	Especies/Morfoespecies	CVCR	MXCS	BSM
Acaulosporaceae	<i>Acaulospora</i> sp. 1	520.00	0.00	0.00
	<i>Acaulospora</i> sp. 2	0.00	13.33	0.00
Glomeraceae	<i>Funneliformis constrictum</i>	<b>413.33*</b>	<b>413.33</b>	<b>800.00</b>
	<i>Funneliformis geosporum</i>	<b>240.00</b>	<b>46.67</b>	<b>30.00</b>
	<i>Funneliformis mosseae</i>	0.00	23.33	0.00
	<i>Funneliformis</i> sp. 1	0.00	293.33	0.00
	<i>Glomus nanolumen</i>	0.00	0.00	906.67
	<i>Glomus</i> sp. 1	<b>180.00</b>	<b>530.00</b>	<b>13.33</b>
	<i>Glomus</i> sp. 2	16.67	0.00	0.00
	<i>Glomus</i> sp. 3	13.33	0.00	0.00
	<i>Glomus</i> sp. 4	93.33	0.00	0.00
	<i>Glomus</i> sp. 5	33.33	0.00	20.00
	<i>Glomus</i> sp. 6	20.00	0.00	0.00
	<i>Glomus</i> sp. 7	33.33	0.00	0.00
	<i>Glomus</i> sp. 8	0.00	0.00	10.00
	<i>Glomus</i> sp. 9	0.00	46.67	90.00
	<i>Glomus</i> sp. 10	0.00	0.00	6.67
	<i>Glomus</i> sp. 11	0.00	0.00	106.67
	<i>Glomus</i> sp. 12	0.00	0.00	40.00
	<i>Glomus</i> sp. 13	0.00	0.00	126.67
	<i>Glomus</i> sp. 14	0.00	0.00	6.67
	<i>Glomus</i> sp. 15	0.00	0.00	13.33
	<i>Glomus</i> sp. 16	0.00	0.00	16.67
	<i>Glomus</i> sp. 17	0.00	0.00	3.33
	<i>Glomus</i> sp. 18	0.00	0.00	6.67
<i>Glomus</i> sp. 19	0.00	253.33	20.00	
<i>Glomus</i> sp. 20	0.00	0.00	26.67	
<i>Glomus</i> sp. 21	0.00	0.00	6.67	
<i>Glomus</i> sp. 22	0.00	10.00	0.00	
<i>Glomus</i> sp. 23	0.00	340.00	0.00	
<i>Rhizoglomus intraradices</i>	0.00	903.33	0.00	
<i>Sclerocystis sinuosa</i>	<b>16.67</b>	<b>53.33</b>	<b>30.00</b>	
<i>Sclerocystis</i> sp. 1	96.67	3.00	0.00	



Torres-Arias *et al.*: Micorrizas arbusculares en Punta Guanós, Cuba

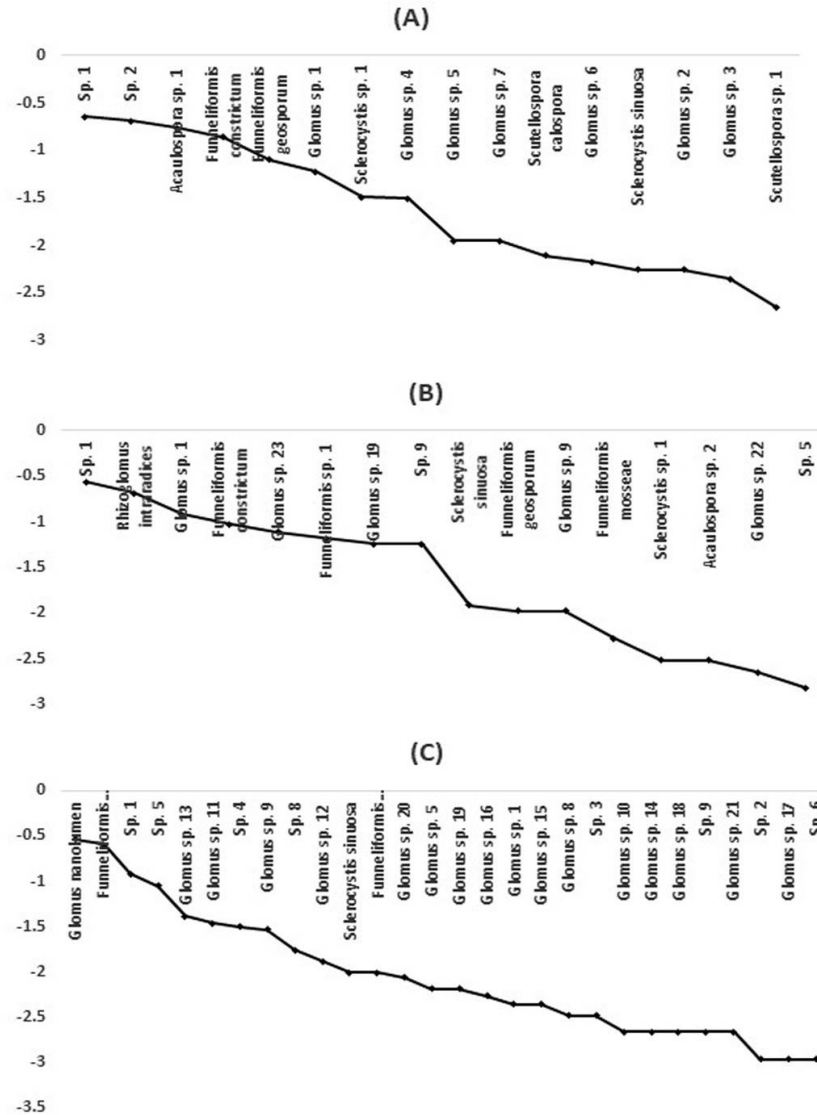
Familia	Especies/Morfoespecies	CVCR	MXCS	BSM
Scutellosporaceae	<i>Scutellospora calospora</i>	23.33	0.00	0.00
	<i>Scutellospora</i> sp. 1	6.67	0.00	0.00
	Sp. 1	<b>676.67</b>	<b>1200.00</b>	<b>373.33</b>
	Sp. 2	613.33	0.00	3.33
	Sp. 3	0.00	0.00	10.00
	Sp. 4	0.00	0.00	33.33
	Sp. 5	0.00	6.67	273.33
	Sp. 6	0.00	0.00	3.33
	Sp. 7	0.00	0.00	53.33
	Sp. 8	0.00	0.00	6.67
	Sp. 9	0.00	253.33	0.00
		<b>Total de esporas</b>	2996.67	4389.67
	<b>Promedio de esporas (± EE)</b>	68.11 (25.01)	99.76 (37.13)	69.02 (28.27)
	<b>Total de especies</b>	16.00	16.00	28.00

\*Valores resaltados de las especies o morfoespecies en las tres formaciones vegetales.



**Figura 1.** Especies de hongos micorrizógenos arbusculares aislados en el ecosistema de Punta Guanós

**Figure 1.** Arbuscular mycorrhizal fungi species isolated in the Punta Guanós ecosystem

Torres-Arias *et al.*: Micorrizas arbusculares en Punta Guanós, Cuba

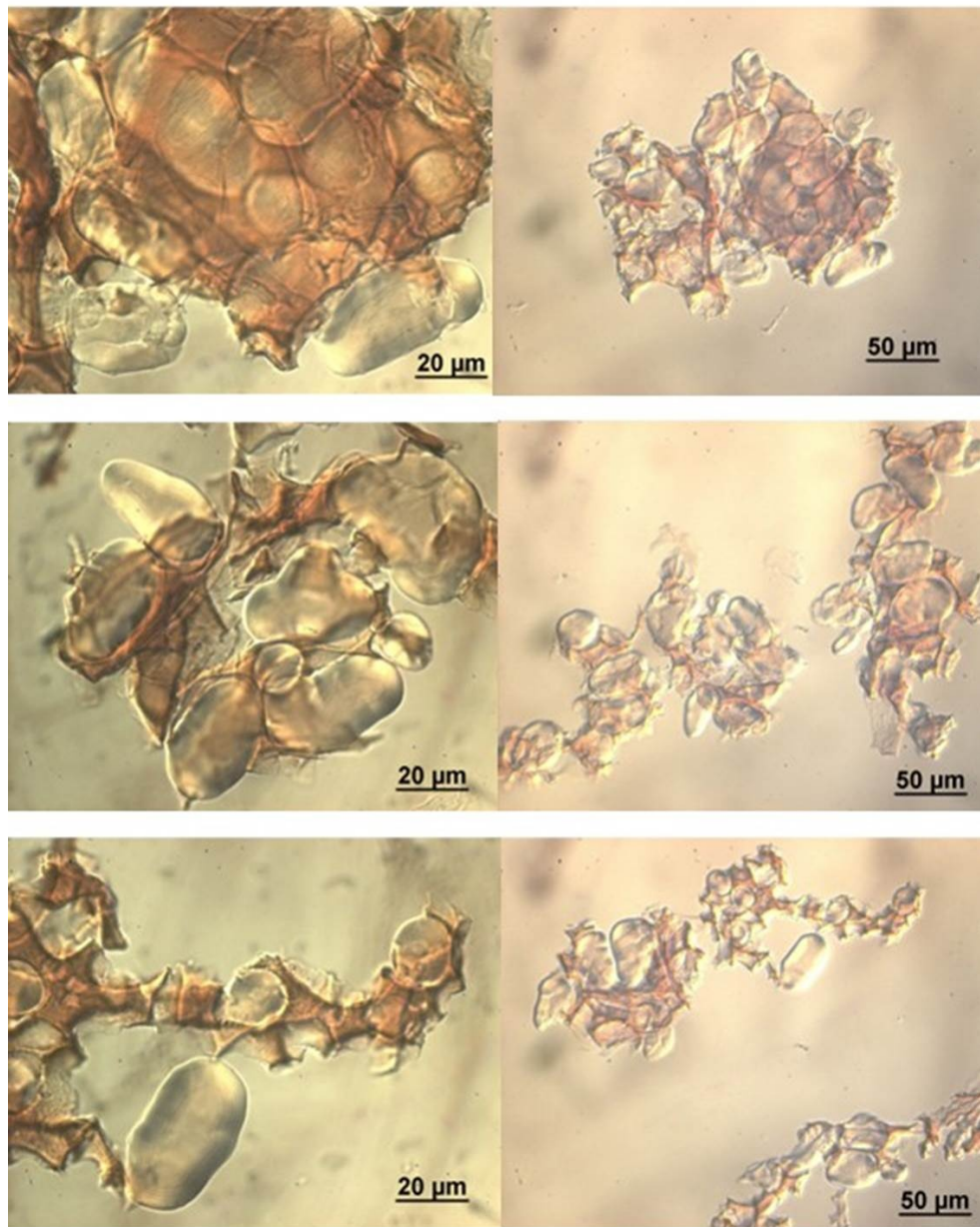
**Figura 2.** Curvas de rango/abundancia de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) encontradas en tres formaciones vegetales de Punta Guanós, Matanzas, Cuba. (A): Complejo de vegetación de costa rocosa; (B): Matorral xeromorfo costero y subcostero; (C): Bosque siempreverde micrófilo

**Figure 2.** Range/abundance curves of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) found in three vegetation formations at Punta Guanós, Matanzas, Cuba. (A): Rocky coastal vegetation complex; (B): Coastal and subcoastal xeromorphic scrubland; (C): Microphyllous evergreen forest

### *Glomus nanolumen* Koske & Gemma

Forma esporocarpos en el suelo, de subglobosos a irregulares, con diámetro de 90-520  $\mu\text{m}$ , compuesto por alrededor de 5-40 esporas. Las esporas pueden ser subglobosas, piriformes, ovoides o irregulares, (24-)30(-52) x (20-)34(-63)  $\mu\text{m}$ , se producen por separado o en esporocarpo; translúcidas, brillantes; reflejan la luz en color amarillo, rojizo-amarillo o rosa. Las esporas están formadas por dos paredes, la pared más externa (1), de grosor 0.5-1  $\mu\text{m}$ , transmite

la luz en amarillo oro-rojizo. La pared más interna (2), tiene (4-)9(-20)  $\mu\text{m}$  de grosor, es laminada, amarilla clara, casi hialinas en la transmisión de la luz en esporas aplastadas. El lumen de las esporas es pequeño, conectado por una hifa esporogénea a través de un canal abierto de 1-2(-4)  $\mu\text{m}$  de ancho. La base de la espóra tiene forma de embudo, de (2-)6(-25)  $\mu\text{m}$  de largo, disminuyendo de (4-)9(-20)  $\mu\text{m}$  de ancho del cuerpo principal de la espóra a 3-6  $\mu\text{m}$  de ancho en la salida de la hifa sostenedora.



**Figura 3.** *Glomus nanolumen* encontrado en el bosque siempreverde micrófilo de Punta Guanós, Matanzas, Cuba

**Figure 3.** *Glomus nanolumen* found in the microphyllous evergreen forest of Punta Guanós, Matanzas, Cuba

Ninguna pared reacciona con la solución de Melzer. De este modo, *Glomus nanolumen* es fácilmente distinguible de otros *Glomus* por el tamaño relativamente grande de la pared en general de la espora, y la apariencia luminiscente de las esporas en luz transmitida. El diámetro del lumen de la espora es casi siempre menor que el 50% del diámetro de la espora y en algunos ejemplares solo el 20% debido al gran espesor de la pared interna (2). La pared externa

(1) de las esporas de *G. nanolumen* generalmente se adhiere a la pared interna (2) y es mejor vista en ejemplares que han sido aplastados por la fuerza. El color oscuro y la fragilidad de la pared 1 se distingue de la laminación de la pared 2.

**Distribución y hábitat:** Se ha encontrado solamente en dunas calcáreas en Kauai, Hawaii. Asociada en el campo con raíces de *Scaevola sericea* Vahl, e *Ipomoea stolonifera* (Cyrill.) J. F. Gmel.



## CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo contribuye al conocimiento de los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en Cuba, en particular en formaciones vegetales donde la información es muy escasa. No existe referencias de trabajos de investigación anteriores sobre la composición micorrizica en estos ecosistemas cubanos, y el estudio relevó que la mayor riqueza de especies, casi el doble, apareció en el bosque siempreverde micrófilo, formación vegetal mejor conservada y con mayor diversidad vegetal. Esto último podría ser indicativo del grado de estrés ambiental al cual se encuentran sometidos las formaciones vegetales complejo de vegetación de costa rocosa y el matorral xeromorfo costero y subcostero. Por su parte, la diversidad micorrizica encontrada también podría contribuir a la búsqueda de biofertilizantes nativos para mejorar el crecimiento de las plantas de Punta Guanós en condiciones de vivero, y su posterior empleo de proyectos de rehabilitación ecológica del área.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto “Acciones para la conservación de especies vegetales del matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanós, Matanzas”, del Programa Sectorial Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba (PS211LH003-030). Se le agradece al Dr. Bruno Goto por su colaboración en la identificación de las especies de micorrizas arbusculares aisladas del ecosistema de Punta Guanós.

## LITERATURA CITADA

- Błaszowski J, Chwat G. 2013. *Septoglomus deserticola* emended and new combinations in the emended definition of the family Diversisporaceae. *Acta Mycologica*. 48: 89-103.
- Borhidi A. 1996. *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Brundrett MC. 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*. 320: 37-77.
- Carillo-Saucedo SM, Gavito ME, Siddique I. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungal spore communities of a tropical dry forest ecosystem show resilience to land-use change. *Fungal Ecology*. 32: 29-39.
- Cejas-Rodríguez C, Geler-Roffe T. 2023. Ajustes en la delimitación fitogeográfica de distritos cubanos. II. Cuba Central. *Acta Botánica Cubana*. 222. Cu-ID: <https://cu-id.com/2402/v222e02>.
- Clarke KR. 1993. Análisis multivariado no paramétricos de cambios en la estructura comunitaria. *Ecología Austral*. 18: 117-143.
- Domínguez de la Cruz B. 2009. Diagnóstico del área de Punta Guanós. Medidas para la conservación de la especie *Coccothrinax borhidiana* Muñiz. Tesis de Maestría. Universidad de Matanzas.
- Enríquez A, Robledo L, Cruz R. 2006. Notas sobre la distribución y conservación de *Coccothrinax borhidiana* (Arecaceae) en Cuba. *Revista Jardín Botánico Nacional*. 27: 145-146.
- Fick SE, Hijmans RJ. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 37: 4302-4315.
- Furrazola E, Covacevich F, Torres-Arias Y, Rodríguez-Rodríguez RM, Ley-Rivas JF, Izquierdo K, *et al.* 2015. Functionality of arbuscular mycorrhizal fungi in three plant communities in the Managed Floristic Reserve San Ubaldo-Sabanalamar, Cuba. *Revista de Biología Tropical*. 63: 341-356.
- Furrazola E, Rodríguez-Rodríguez RM, Torres-Arias Y, González-González S, Ortega Fors R, Ley-Rivas JF. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycotina) in natural and agroecosystems in Biosphere Reserve Ciénaga de Zapata, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 217: 85-93. Cu-ID: <https://cu-id.com/2402/ojs225>
- Furrazola E, Torres-Arias Y, Hernández-Prado R, Gutiérrez Coronill Y. 2019. Hongos micorrizógenos arbusculares (Glomeromycota) en suelos agrícolas de la provincia Artemisa, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 218: 34-43. Cu-ID: <https://cu-id.com/2402/ojs264>
- García-Beltrán JA, Toledo S, Pernús M, González-Torres LR, Robledo L, Barrios D. 2022. Population structure and conservation of the coastal palm *Coccothrinax borhidiana* (Arecaceae) in the northwest of Cuba. *Journal for Nature Conservation*. 68: DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126206>.

Torres-Arias *et al.*: Micorrizas arbusculares en Punta Guanos, Cuba

- Garzón LP. 2016. Importancia de las micorrizas arbusculares (MA) para un uso sostenible del suelo en la Amazonia colombiana. *Revista Luna Azul*. 42: 217-234.
- Gerdemann JW, Nicolson TH. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by sieving and decanting. *Transactions of British Mycological Society*. 46: 235-246.
- Goto BT, Silva GA, Assis DMA, Silva DKA, Souza RG, Ferreira ACA, Jobim K, Mello Catarina MA, Vieira Helder EE, Maia LC, Oehl F. 2012. Intraornatosporaceae (Gigasporales), a new family with two new genera and two new species. *Mycotaxon*. 119: 117-132.
- Herrera-Peraza RA, Furrázola E, Ferrer RL, Fernández-Valle R, Torres-Arias Y. 2004. Functional strategies of root hairs and arbuscular mycorrhizae in an evergreen tropical forest, Sierra del Rosario, Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 35: 113-123.
- Haug I, Setaro S, Suárez JP. 2021. Global AM fungi are dominating mycorrhizal communities in a tropical premontane dry forest in Laipuna, South Ecuador. *Mycological Progress*. 20: 837-845.
- Marinho F, Oehl F, Ramalho da Silva I, Coyne D, da Nóbrega Veras JS, Maia LC. 2019. High diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in natural and anthropized sites of a Brazilian tropical dry forest (Caatinga). *Fungal Ecology*. 40: 82-91
- Molerio-León LF, Vigil-Escalera Rodríguez V, Balado Piedra EJ. 2014. Desarrollo gasopetrolífero y gestión de los recursos hidráulicos subterráneos en el área cársica protegida de Punta Guanos, Matanzas, Cuba. *Gota a Gota*. 6: 10-20
- Mukerji KG, Manoharachary C, Chamola BP. 2002. *Techniques in Mycorrhizal Studies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Oehl F, Sieverding E, Palenzuela J, Ineichen K, Silva, G.A. 2011. Advances in Glomeromycota taxonomy and classification. *IMA Fungus*. 2: 191-199
- Sánchez JA, Fuentes IM, Pernús M, Vega-Catalá C, Rosa Angulo R, Terry Rosabal, M. 2023. Descubrimiento de *Pseudosamanea cubana* (Fabaceae) en Punta Guanos, Matanzas, norte del occidente de Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 222. <https://cu-id.com/2402/v222e09>.
- Sánchez JA, Pernús M, Fuentes IM, Rosa R. 2024a. Valores Florísticos de Punta Guanos. ResearchGate. DOI: [10.13140/RG.2.2.25581.0.6880/1](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25581.0.6880/1).
- Sánchez JA, Pernús M, Fuentes IM, Rosa R. 2024b. Amenazas del Ecosistema de Punta Guanos. ResearchGate. DOI: [10.13140/RG.2.2.23233.33124](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23233.33124)
- Schenck NC, Pérez Y. 1990. *Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi*. Synergistic Publications, Gainesville, Florida, USA
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic, London.
- Torres-Arias Y, Ortega Fors R, Nobre C, Furrázola-Gómez E, Berbara RLL. 2017. Producción de inóculo de hongos micorrízicos arbusculares nativos en diferentes condiciones ambientales. *Revista Brasileña de Microbiología*. 48: 87-94
- Torres-Arias Y, Hernández-Prado R, Furrázola Gómez E, Gutiérrez Coronill Y. 2019. Hongos micorrizógenos arbusculares (Glomeromycota) en el bosque de ciénaga El Embarcadero, en la provincia Mayabeque, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 218: 27-33. Cu-ID: <https://cu-id.com/2402/ojs263>
- Wubet T, Kottke I, Teketay D, Oberwinkler F. 2009. Arbuscular mycorrhizal community structures differ between co-occurring tree species of dry Afro-montane tropical forest, and their seedlings exhibit potential to trap isolates suited for reforestation. *Mycol Progress*. 88: 317-328